



كلية التجارة
وحدة بحوث الآزسات

المؤتمر السنوي الأول لإدارة الآزسات والكوارث

الزلازل كارثة طبيعية
وكيفية التقليل من آثارها

الدكتور

رمسيس ناشد حنا

رئيس شعبة الزلازل والسيسمولوجيا
المعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية بحلوان
وزارة البحث العلمي

القاهرة في ١٢-١٣ أكتوبر ١٩٩٦

دار الضيافة جامعة عين شمس

الزلازل جزء من حياة الارض وجزء مأساوى من تاريخ البشر ، ولا يمر عام إلا ونسمع بحدوث عشرات الزلازل . إن أهم ما يميز بنية الأرض الباطنية هو تباين خصائصها الفيزيائية والكيميائية وظهور الطبقات الصخرية والمعدنية المختلفة بدءا من مركز الأرض وحتى سطحها الخارجى ، ولقد تم الاعتماد على معرفة مكونات وخصائص باطن الأرض على الطرق والوسائل الجيوفيزيائية خاصة الأمواج الاهتزازية التى تطلقها الزلازل (الهزات الأرضية) أو التفجيرات الصناعية والنووية. وقد لوحظ تباين سرعة الأمواج الاهتزازية (السيزمية) الطولية والعرضية ضمن الكرة الأرضية وذلك طبقا لتباين طبيعة المواد التى تكونها وحسب درجة صلابتها وليونتها. ومن الدراسات العلمية تم التعرف على طبقات الأرض المختلفة ، وقد لوحظ وجود اختلافات مهمة وكبيرة فى طبيعة هذه الطبقات كيميائيا وفيزيائيا ومعدنيا ، وكل هذه الاختلافات ساعدت على زيادة التفاعلات الباطنية التى انعكست بقوة على كل أنحاء الأرض. وعليه تم التعرف على ثلاثة طبقات رئيسية تنفصل عن بعضها البعض بسطوح انفصالية وانتقالية تتغير عندها سرعة الأمواج الاهتزازية بصورة واضحة مما يشير الى الانتقال من وسط فيزيائى الى آخر. وتكون الأرض من ثلاث طبقات رئيسية وهى القشرة الأرضية (٣٠ - ٤٠ كم) فى المناطق السهلية وتصل الى عمق حوالى ٥٠ كم فى المناطق الجبلية وتصل الى حوالى ٨٠ كم تحت بعض السلاسل الجبلية العملاقة مثل الهمالايا ، الوشاح أو الستار فينقسم الى جزء علوى يصل عمقه الى حوالى ١٠٠٠ كم والجزء السفلى يصل عمقه الى حوالى ٢٩٠٠ كم ثم النواه ويصل عمق الجزء العلوى منها الى ٥١٢٠ كم ثم النواه الداخلى حتى مركز الأرض على عمق حوالى ٦٣٧٠ كم. ونتيجة للحركات المستمرة بين هذه الطبقات وتحرك طبقة القشرة الأرضية فتتشقق الى وحدات صخرية كبيرة وتبدأ بالتحرك حسب اتجاه حركة مواد الوشاح ، وقد تغور اجزاء من القشرة الأرضية الصخرية الأثقل فتظهر قيعان المحيطات وتظهر قبالتها القارات وترسم

حدود تماس وتفاعل بين القشرتين القاريه والمحيطيه ، وهنا تكمن البؤر والمواقع الأساسيه للزلازل وذلك مثل زلازل البحر المتوسط والبحر الأحمر.

يستخدم مقياس قدر أو قوة الزلزال فى دراسات الزلازل لتقدير الطاقة التى تسربت من بؤرة الزلزال وتولد عنها الأمواج الاهتزازية (الموجات الزلزالية أو الموجات السيزميه) ، وهو مقدار يتم حسابه من قياس سعة الموجة المسجلة على جهاز رصد الزلازل وذلك بعد عمل التصحيحات اللازمة بالمعادلة وهى التصحيحات الخاصه بالجهاز وطبيعة الطبقة السطحيه للأرض الموجود فوقها هذه الاجهزه وهذه المعادله استحدثها العالم تشارلز ريختر ويعرف بمقياس ريختر، وليس هناك أى نوع من الصخور تستطيع أن تخزن طاقة بداخلها تولد زلزالا قدره أكبر من ٩ بمعنى أن مقاومة الصخور للطاقة المخزونه عامل مهم فى تحديد قدر الزلزال ، ومقياس ريختر هو مقياس لوغارىتمى ولا يوجد حدود لقدر الزلزال ، وبالرغم من أن هذا المقياس يعتبر مقياسا مفتوحا إلا أن أكبر قدر لزلزال حدث فى التاريخ المعروف هو ٨.٩. ومعنى أن مقياس القدر لوغارىتمى أن كل درجة من درجات مقياس ريختر التسعة تعنى زيادة فى كمية الطاقة عشرات أمثال الدرجة السابقه لها ، حيث أن زلزالا قدره ٧.٥ تنطلق منه طاقة تعادل كمية الطاقة التى تنتج من ٣.٠ زلزالا قدر كل منها ٦.٥ درجة وحوالى ٩٠٠ مره أكثر من زلزال قدره ٥.٥ درجة وقدر الزلزال المحسوب ثابت أينما سجل هذا الزلزال.

يوجد فرق كبير بين قدر الزلزال وشدة الزلزال ، فشدة الزلزال هى الشعور بالزلزال ومدى اتساع تأثيره على الانسان وممتلكاته والظواهر الجيولوجيه الناتجة عنه والتى تعتمد على كمية الطاقة المتسربه نتيجة حدوث الزلزال ، والبعد عن مصدره ، وعمق بؤرة الزلزال ، ونوع التربه ، والصخر المقام عليه المنشآت ، ونوع المباني نفسها وطريقة تصميمها ، وعدد الوفيات والاصابات ، وتوجد عدة مقاييس لقياس وتقدير شدة الزلزال واشهرها هو مقياس ميركالى المعدل وهو مقسم الى ١٢ درجة الأولى منها هو شعور اشخاص قليلون بالزلزال وأكبرها هو الدمار الشامل.

التاريخ الزلزالي لمنطقة شرق حوض البحرين المتوسط والأحمر

تشمل منطقة شرق حوض البحرين المتوسط والأحمر البلدان الممتدة من تركيا حتى اليمن . وتشمل قبرص ، جمهورية مصر العربية ، فلسطين ، اسرائيل ، الاردن ، الكويت ، لبنان ، المملكة العربية السعودية ، سوريا ، تركيا ، اليمن (شكل رقم ١ يبين خريطة للنشاط الزلزالي بالمنطقة) .

ويتضح من الدراسات ، أنه نظرا لطبيعة التركيبات الجيولوجية والنشاط الزلزالي والطبيعة الطبوغرافية والمناخية لمنطقة شرق حوض البحر المتوسط فإنها قد وقعت تحت تأثير العديد من الكوارث الطبيعية والتي تسببت في الكثير من فقد الحياه والممتلكات . وبالدراصة المستفيضة لهذه المنطقة وجد أنها قد تعرضت للعديد من الكوارث الزلزالية في الماضي وأنها ممكن أن تتعرض مستقبلا لمثلها .

تركيا هي البلد التي يتواجد بها أكبر نشاط زلزالي في هذه المنطقة ، وجزيرة الأناضول مشهوره جدا بأنها قد تعرضت الى زلازل كبرى (لها قوه كبيره) ألحقت بشدة على مدنها وسببت في كوارث عديده . ومن اشهرها الزلزال الذي حدث في بحر المرمرة في ١٠/٩/١٥٠٩ والذي دمر اسطنبول وكان من أكبر الزلازل التي حدثت في المنطقة في مدة الخمسة قرون السابقة . وفي القرن العشرين تحدث العديد من الزلازل الكبيرة كل حوالي سبعة أشهر بعد حدوث الزلزال الشهير والذي كانت قوته ٨ طبقا لمقياس ريختر وذلك في عام ١٩٣٩ . وكان ضحايا هذه الزلازل ٤٣٠٠٠ قتيل ، ٧٦٠٠٠ مصاب ، ٢٠٠٠٠٠ مشردين بلا مأوى لتهدم منازلهم . وكان ضحايا زلزال ١٣ / ٣ / ١٩٩٢ والذي حدث بالقرب من منطقة إرزنكان بقوة ٧٫١ هم ٦٥٣ قتيل ، ٣٨٥٠ مصاب ، ٥٠٠٠٠ مشرد وتم تدمير حوالي ٣٠٠ منزل مكون من ٢ - ٥ طابق وكذلك بعض المستشفيات والمدارس والفنادق .

أما قبرص فلها تاريخ طويل في الزلازل المدمره التي تضرب المدن الواقعة على سواحلها الشرقيه والجنوبيه . وفي القرن العشرين تعرضت قبرص الى حوالي ١٢ زلزالا قوتهم ٦ أو أكثر طبقا لمقياس ريختر مما سبب في مقتل حوالي ثلثه فرد وتدمير إقتصادي يوازي العديد من ملايين الدولارات .

وفي سوريا نجد أنها تعرضت لزلزال كبير فى ٢٠ / ٥ / ١٢٠٢ تسبب فى مقتل ٢٣٠ ألف نسمة . وتعرضت دمشق الى زلازلين كبيرين قوتهم ٧ر٤ ، ٦ فى ٣٠ أكتوبر ، ٢٥ نوفمبر ١٧٥٩ . وكذلك سوريا لزلزال آخرى فى أعوام ١٨٧٢ ، ١٩٢٧ .

أما لبنان فلها تاريخ طويل من النشاط الزلزالي المدمر . وأقدم زلزال تعرضت له كان فى عام ١٣٦٥ قبل الميلاد عندما عانت مدينة بيلوس تدميرا شديدا . وسواحل لبنان تعرضت للعديد من الزلازل المدمرة ومنها الزلزال الذى دمر بيروت عام ٥٥١ ميلاديه . وفى عام ١٧٥٩ حدث زلزال قوته ٧ر٤ فى فائق البحر الميت سبب دمارا ومقتل العديد من الاشخاص فى دمشق وبيروت . وفى العصر الحديث فى ١٦ / ٣ / ١٩٥٦ حدث زلزال قوته ٦ على مسافة خمسين كيلومترا جنوب بيروت تسبب فى مقتل ١٣٦ فردا وتدمير حوالى ستة آلاف مسكن .

وقد تعرضت الأردن الى العديد من الزلازل المدمره مثل التى حدثت فى الاعوام ١٨٣٧ ، ١٩٠٣ ، ١٩٢٧ وتسببت فى مقتل حوالى ٤٣٥٠ نسمة وتدمير حوالى ١٢٠٠ وحدة سكنيه وقد تعرضت فلسطين واسرائيل وغزه الى العديد من الزلازل التى يرجع تاريخها الى العصر الرومانى (عام ٣١ قبل الميلاد) وقد دمرت معظم المدن الكبيرة فى هذه المنطقة عدة مرات وأشهرها زلزال ١١ / ٧ / ١٩٢٧ بقوة ٦ر٢ والذى تسبب فى مقتل حوالى ٣٠٠ فرد ودمر حوالى ألف مبنى فى نابلس واورشليم وطبريه والرامه . وقد تسبب زلزال خليج العقبة الذى حدث فى ٢٢ / ١١ / ١٩٩٥ فى تدمير بعض من أجزاء ميناء ومدينة إيلات .

والملكة العربية السعودية تتعرض الى العديد من الزلازل الصغيره والمسجلة بواسطة الأجهزة وقد تعرضت كذلك لزلزال أكبر منها بقوة ٦ر٢ فى ١١ / ١ / ١٩٤١ على مسافة ٣٠ كم شرق جيزان ، وبقوة ٥ر٥ فى ١٧ / ١٠ / ١٩٦٥ على حدود السعودية واليمن وكذلك بعض الرجفات الزلزالية المتتاليه فى مارس ١٩٦٧ على بعد ١٥٠ كم جنوب غرب جده وشعر بها أهالى هذه المدينة . ومؤخرا شعرت السعوديه بزلزال خليج العقبة فى ٢٢ / ١١ / ١٩٩٥ والذى حدث بقوة ٦ر٤ طبقا لمقياس ريختر وتسبب فى مختلف أنواع الدمار بالمناطق القريبه من سواحلها .

أما فى مصر فالتاريخ الزلزالى المعروف يرجع الى حوالى ٤٨٠٠ سنة سابقة . وبالإضافة الى الزلزال الذى حدث فى دهشور (٢٠ كم جنوب غرب القاهرة) فى ٢٢/١٠/١٩٩٢ بقوة ٥ر٥ والذى تسبب فى مقتل أكثر من ٥٠٠ نسمة ودمارا شديدا فى المباني فى الدلتا والقاهرة والجزء الشمالى من صعيد مصر وكذلك خلف الكثير بلا مأوى وحوالى ٣٠٠٠ مصاب ، فإن التاريخ الحديث (القرن العشرين) يشير الى اربعة زلازل أخرى هامة :-

١ - زلزال بقوة ٦ر٧ وموقعه حوالى ٣٠ كم شمال غرب الاسكندرية فى ١٢/٩/١٩٥٥ وتسبب فى دمار حوالى ٣٠٠ مبنى والعديد من القتلى والجرحى .
٢ - زلزال جزيرة شدوان شمال البحر الأحمر شرق مدينة الغردقة بقوة ٦ر٨ فى ٣١/٣/١٩٦٦ وتسبب فى تدمير واضح فى مدينة الغردقة وجنوب سيناء وانهيار مسكن بالقاهرة .

٣ - زلزال اسوان بقوة ٥ر٢ فى ١٤/١١/١٩٨١ والذى تسبب فى انهيار بعض المباني فى اسوان وبعض القرى المحيطة وتم إنشاء ١٢ محطة حقلية لرصد الزلازل هناك مرتبطة لاسلكيا بمركز إقليمى للزلازل فى اسوان وقد تم إنشاء هذه الشبكة بعد هذا الزلزال للمراقبة المستمرة للنشاط الزلزالى ببحيرة السد العالى وقد تم إنشاؤها بالتعاون بين هيئة السد العالى التابعة لوزارة الرى والمعهد القومى للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية ببحرمان والتابع لوزارة البحث العلمى .

٤ - زلزال خليج العقبة والذى حدث فى ٢٢/١١/١٩٩٥ بقوة ٦ر٤ والذى تسبب فى الكثير من الدمار فى مدينة نويبع وميناؤها البحرى ومقتل بعض الأفراد هناك عند انهيار أحد الفنادق بالمدينة .

أما فى اليمن فالمعروف الى انها تتعرض لنشاط زلزالى وبركانى مدمرين . ومن ناحية النشاط الزلزالى فإنها تتعرض لزلزال كبير كل ٢٠ - ٣٠ عام . وقد حدث زلزالا بقوة ٦ فى ١٣/١٢/١٩٨٢ تسبب فى مقتل وإصابة أكثر من ١٥ ألف نسمة ، وتدمير ١٥٠٠ منشأ ، تشريد أكثر من نصف مليون فرد . ومن الزلازل التى حدثت فى القرن العشرين مثلاً فى عام ١٩٠٩ الذى تسبب فى مقتل ٣٠٠ فرد وتدمير ٤٠٠ مسكن وكذلك بقوة ٥ر٨ ، ٥ر٢ فى عام ١٩٤١ وتسبب فى مقتل ١٢٠٠ نسمة وتدمير ١٤٠٠ مسكن .

وقد تعرضت منطقة الأودين باليمن إلى سلسلة من الزلازل فى نوفمبر ١٩٤١ وعددها ٢٠ إلى ٣٠ هزه يوميا أكبرها بقوة ٦ ر ٤ طبقا لمقياس ريختر .

الخسائر البشرية والاقتصادية :-

الجال هنا لا يتسع لسرد التاريخ الزلزالى بالتفصيل لكل من البلدان المذكورة ولكن فى إحصائية قامت بها هيئة المساحة الجيولوجيه الأمريكية حديثا فإنها وجدت أنه منذ عام ١٩٤٩ وحتى الآن قد حدث فى هذه المنطقة (شرق حوض البحر المتوسط والبحر الأحمر) عشرة آلاف زلزال بقوة أكبر من ٤ وكذلك أكثر من ١٥٠ زلزالا بقوة أكبر من ٦ طبقا لمقياس ريختر . وذكرت الاحصائية أنه خلال القرن العشرين تم حساب الخسائر البشرية والاقتصادية فى هذه المنطقة وجد أنها :-

- ١ - أكثر من مئة الف قتيل .
- ٢ - أكثر من مليون فرد مشردين وبلا مأوى .
- ٣ - خسائر إقتصادية تفوق فى مجموعها العديد من مئات الملايين من الدولارات.

تلافى أخطار الزلازل وتأثيرها المدمر على المباني والمنشآت :-

- تعتبر الزلازل من أخطر الكوارث الطبيعية المؤثرة على سطح الأرض حيث أنها :-
- ١ - تسبب تدمير المباني والمنشآت والجسور والمرافق الحيوية وتؤدى الى تشويهها .
 - ٢ - تسبب الزلازل فى حدوث الكثير من الحرائق والفيضانات وذلك بفعل التدمير الذى يحدث لشبكات الكهرباء والسدود وكذلك بفعل الأمواج الزلزالية البحريه فى بعض المناطق الساحلية.

٣ - فى حالات كثيرة تشقق الصخور وتتكرس وتحدث انزلاقات وانهيارات أرضيه بأشكال وأحجام مختلفة لدرجة تؤدى الى حدوث تشققات وصدوع أرضية تسبب مزيدا من التدمير .

٤ - كذلك تؤثر بعض الزلازل فى المياه الجوفيه مما يؤدى الى حدوث فيضانات فى بعض العيون قد تتفجر ينابيع أخرى.

٥ - تسبب الزلازل أسفل البحار واغيطات فى تكون أمواج بحريه (تسونامى) تصل الى الشواطى بقوة تدمير هائلة كما حدث فى الاسكندريه عدة مرات وكذلك لميناء نويبع عند حدوث زلزال خليج العقبه فى ١١/٢٢/١٩٩٥ .

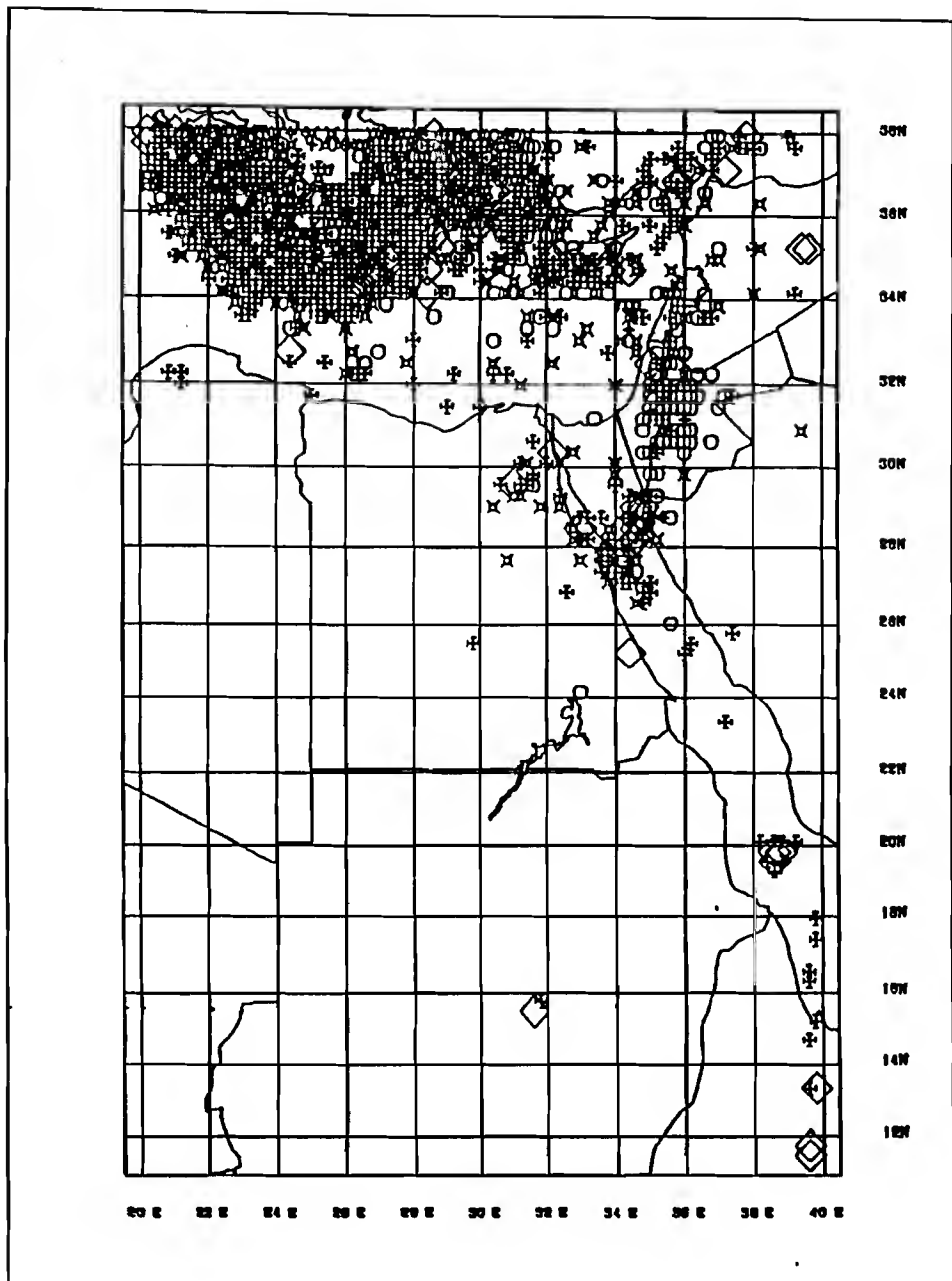
ويتضح مما سبق أن للزلازل دورا كبيرا فى التأثير على الحياة البشرى مما تسببه من دمار للمبانى والمنشآت وجميع مرافق الحياه . ولعل من أهم التأثيرات التى تنتج عن الزلازل تلك التى تحدث للمبانى السكنية متعددة الطوابق وذلك لاحتوائها على أعداد هائلة من البشر والتى يتم بناؤها على الأرض اليابسه أو على الساحل وكذلك هناك أخطار أخرى داخل هذه المباني والتى تزيد من كوارث الزلازل فى حالة حدوثها مثل الشبكات الكهربائيه والغاز والمصاعد والشبائيك الزجاجية وكذلك وحدات الإنارة والأثاث الموجوده داخل هذه المباني والقابل للحركة أثناء حدوث الزلازل .

إن ظاهرة حدوث الزلازل قديمه قدم الأرض نفسها ، لذلك لابد من إجراء الدراسات ووضع التقنيات والقوانين قبل القيام بأعمال البناء للمبانى متعددة الطوابق أو المشاريع الإنشائية الهامة والاستثمارية والمشاريع ذات الصبغة القومية والتى تتكلف الملايين حيث أن قدرة المباني والمنشآت لمقاومة أحمال الزلازل تختلف باختلاف اختيار الموقع ميكانيكيا وعلميا من جهة وبمراعاة التصميم الآمن لمقاومة الزلازل من جهة أخرى .

ومن الجدير بالذكر أن قدرة المباني على مقاومة أحمال الزلازل لا تتعلق بارتفاعها فقط ، إذ أن المباني متعددة الطوابق والمصممة والمنفذة بصورة جيدة له قدرة أفضل على تحمل الزلازل برغم إرتفاعه الكبير عن مبنى آخر قد يتكون من طابق أو طابقين ولكنه يفتقر الى التصميم المناسب والتنفيذ الجيد مما يخلقان به ضعفاً إنشائياً قد يظهره أى زلزال ولو كان ذو قوة محدودة مما يؤدي الى إصابته بأضرار تتراوح في حدتها بين تشققات أو إنهيار تام.

لذا يجب اتباع الآتى عند الشروع فى إنشاء مباني أو منشآت :-

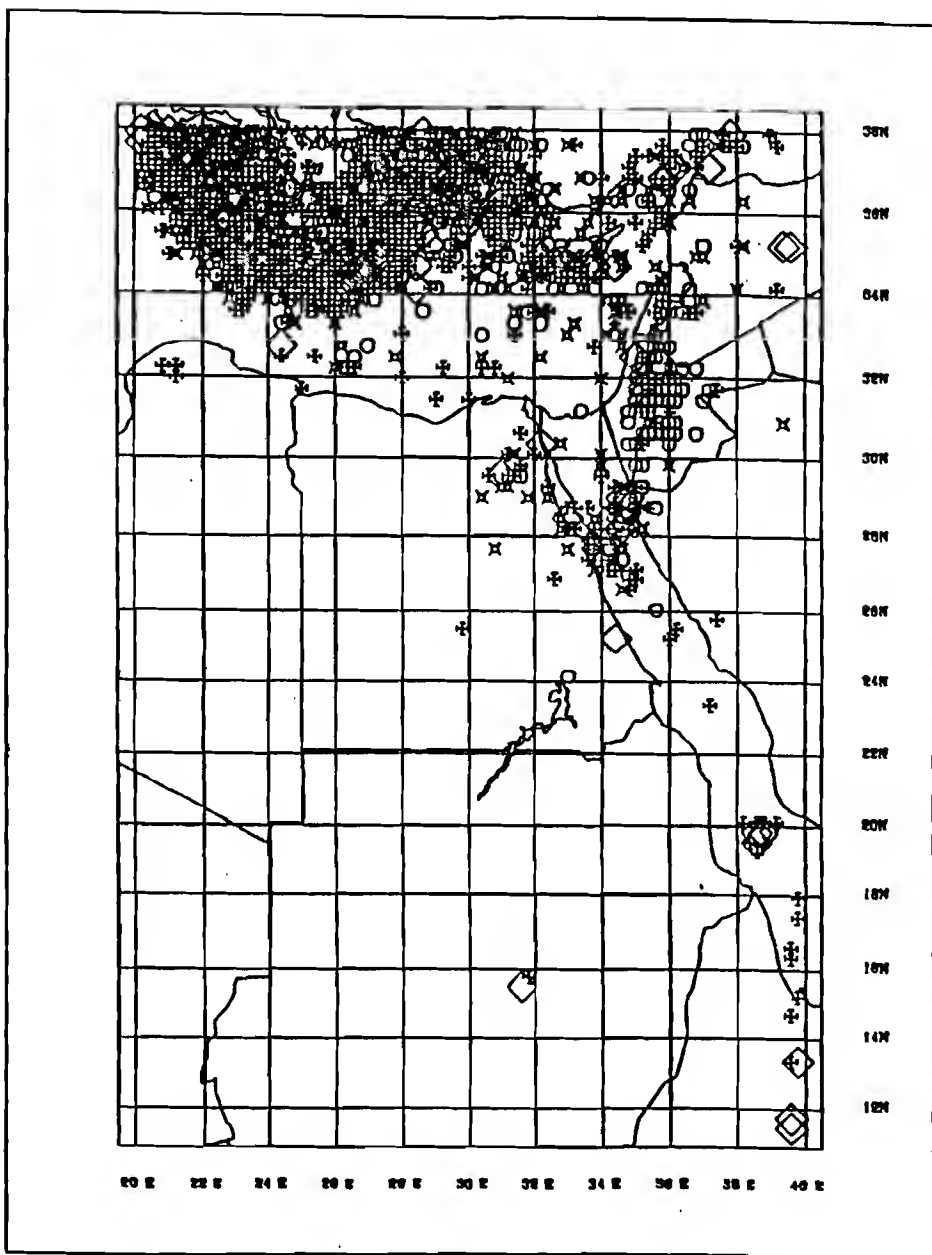
- ١ - دراسة المنطقة جيولوجياً ودراسة طبيعة الطبقات السطحية لها .
 - ٢ - دراسة التاريخ الزلزالي للمنطقة واحتمالات حدوث الزلازل والقوة المحتملة وتكرارية حدوثها (تسمى بدراسة الخطورة الزلزالية) .
 - ٣ - وضع كود للمباني المقاومه للزلازل وتطبيقه بالقانون ومراقبة تنفيذه بواسطة المهندسين المسئولين .
 - ٤ - تحاشي الأماكن الخطره زلزالياً ولكن يمكن البناء بهذه الأماكن إذا وضعت معاملات هذه الخطورة نصب أعين من يقومون بتصميم المباني والمنشآت .
 - ٥ - القيام بالدراسات الجيوفيزيائية للمواقع المختاره .
 - ٦ - تقوية المباني الغير مصممه لمقاومة الزلازل .
- والله قادر أن يدرك عن مصرنا خطر الزلازل والكوارث الطبيعيه الأخرى ...
- وفقكم الله ..



MAGNITUDE

? 0 1 □ 2 + 3 × 4 * 5 ◇ 6 ×

شكل (١) خريطة تبين النشاط الزلزالي في وصول مصر
والعلامات المختلفة تبين اختلاف
قوة الزلازل (١٩٩٥-١٩٩٠)



MAGNITUDE

? o 1 □ 2 + 3 × 4 * 5 ◇ 6 ×

شكل (١) خريطة تبين النشاط الزلزالي في دول مصر
(١٩٩٠-١٩٩٣) والعلاقات المختلفة تبين اختلاف
قوة الزلازل